

## USO DA ESPECTRORRADIOMETRIA NA RELAÇÃO QUALIDADE DE ÁGUA E USO DO SOLO

**Erli Pinto dos Santos<sup>1</sup>; Taíse Bomfim de Jesus<sup>2</sup>**

1. Bolsista PIBIC/CNPq, graduando em Eng. Agrônoma, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [erlitec.agri@outlook.com](mailto:erlitec.agri@outlook.com)
2. Orientadora, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, [taisebj@hotmail.com](mailto:taisebj@hotmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** espectrorradiometria; rio Subaé; clorofila-a.

### INTRODUÇÃO

Por meio do ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio (escoamento) superficial que irá carrear sedimentos e poluentes para a rede de drenagem. Desta forma, o rio é um integralizador dos fenômenos ocorrentes nas vertentes da bacia, que pode ser avaliado pelos parâmetros de qualidade da água. A entrada de nutrientes e poluentes/contaminantes em um corpo aquático seja pela precipitação pluviométrica seja pelo uso e ocupação do solo do seu entorno pode ser monitorado e avaliado através das condições físico-químicas e biológicas da água e da caracterização dos sedimentos que compõem esses corpos aquáticos, permitindo estimar o nível de impacto ambiental causado pelas bacias tributárias sobre o nível trófico nesses ambientes. Estudos recentes mostram que o sensoriamento remoto é uma ferramenta eficaz para o monitoramento destes sistemas, pois permite a aquisição sistemática de dados, o recobrimento de áreas extensas e a coleta de informações em diferentes faixas do espectro eletromagnético permitindo inferir sobre os componentes da água (CHEN et al., 2007; GITELSON et al., 2007; NOVO, 2009). O comportamento espectral da água é resultado dos processos de absorção e espalhamento da radiação no seu interior, e a radiação detectada pelo sensor fornece informações sobre características físico-químicas e biológicas da região estudada (CABRAL, 2003). A reflectância espectral de um corpo d'água depende muito das características espectrais dos componentes ali inseridos, e esses componentes contidos num volume de água são classificados em pigmentos e complexos proteicos, substâncias orgânicas dissolvidas, material em suspensão. Os principais responsáveis pelo espalhamento da radiação da água são as partículas suspensas como bactérias, células dos fitoplânctons e os detritos orgânicos e inorgânicos, enquanto que os principais absorvedores da radiação são os pigmentos fotossintéticos, os detritos orgânicos e a matéria orgânica (FERREIRA & PEREIRA-FILHO, 2009). A reflectância da água é condicionada por diversos fatores, dentre eles pode-se destacar a concentração do total de sólidos em suspensão (TSS), concentração de clorofila e concentração de carbono orgânico dissolvido (FERREIRA & PEREIRA-FILHO, 2009).

O objetivo do presente trabalho foi analisar as variáveis limnológicas e espectrais do baixo curso do rio Subaé, caracterizando e identificando o corpo hídrico por meio de características ópticas semelhantes, em função da variação espectral espacial de variáveis limnológicas opticamente ativas (concentração de clorofila-a) e caracterizar os dados de reflectância dos diferentes corpos aquáticos quanto ao uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de coleta.

### METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no baixo curso do rio Subaé, município de Santo Amaro-BA, e procedeu-se coletas de dados radiométricos durante os meses dezembro de 2015, abril, maio e junho de 2016. A determinação analítica da clorofila-a seguiu o método estabelecido pelo

*Standart Methods Waterand Examination.* Os pontos amostrais foram georreferenciados com uso de um GPS – *Global Positioning System* – Garmin® modelo GPSmap 78s. A escolha dos locais com coluna d'água suficiente para realizar as coletas de dados com o espectrorradiômetro deu-se usando um disco de Secchi, escolhidos os locais que apresentaram portanto coluna d'água superior à 0,5 m, para que o sensor captasse apenas a reflectância de superfície e a volumétrica, e não também a reflectância de fundo.

Os sensores utilizados para obtenção das curvas espectrais foram os espectrorradiômetros FieldSpec 4 Hi-Res e FieldSpec 3, fabricação norte americana (ASD Inc. – A PANalytical Company®), ambos com faixa espectral de captação de sinal de 350 à 2.500 nm com 2.151 bandas do espectro eletromagnético, resolução de 3 nm até 700 nm e de 8 nm até 1.400/2.100 nm. Prontamente com o sensor, fazem parte do FieldSpec: um computador notebook; baterias de alimentação; interface espectrorradiômetro: porta bidirecional. Computador: software de interface com o usuário: algoritmo para aquisição, interpretação e armazenamento, processamento de dados: radiância da fonte, energia refletida e conversão para fator de reflectância. O fator de reflectância é calculado pela equação 01.

$$\rho = \frac{L (W.cm^{-2})}{E (W.cm^{-2})} \quad \text{Equação 01}$$

Onde L é a intensidade da energia que deixa a amostra – radiância da amostra – e E é a energia incidente – irradiância da fonte (Sol). Sendo a reflectância dada em  $W.cm^{-2}.\lambda^{-1}$ . A irradiância da fonte é aferida antes da radiância da amostra, através de reflectância de superfície lambertiana.

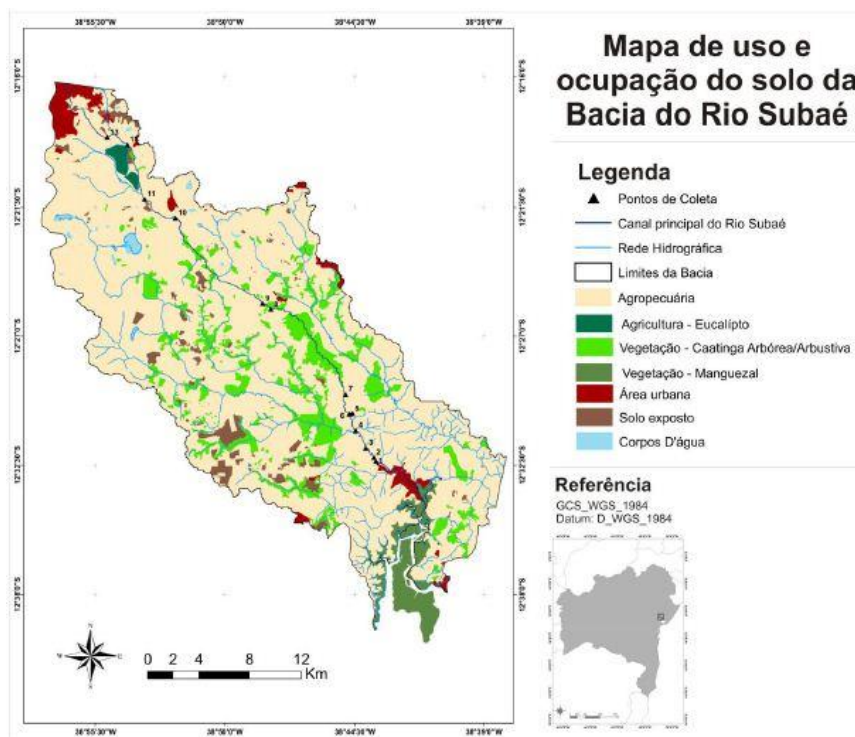


Figura 01: Carta de delimitação da bacia hidrográfica do rio Subaé, uso e ocupação do solo, indicando pontos de coleta de dados.

Fonte: SANTOS et al., 2014.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos meses de abril e maio de 2016 não há dados referentes ao ponto 03 por conta da não possibilidade de coleta de dados radiométricos em decorrência das condições de tempo e local. Na tabela 01 encontram-se as concentrações de clorofila-a obtidas em cada ponto e em cada mês em estudo.

Clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ )				
Local	Dez./2015	Abr./2016	Mai./2016	Jun./2016
Ponto 01	51,43	29,80	6,89	28,88
Ponto 02	29,23	54,03	37,49	56,84
Ponto 03	38,66	-	-	39,94
Ponto 04	28,92	50,79	16,32	9,22

Tabela 01. Concentrações de clorofila-a encontradas nos pontos de coleta do rio Subaé nos referidos meses.

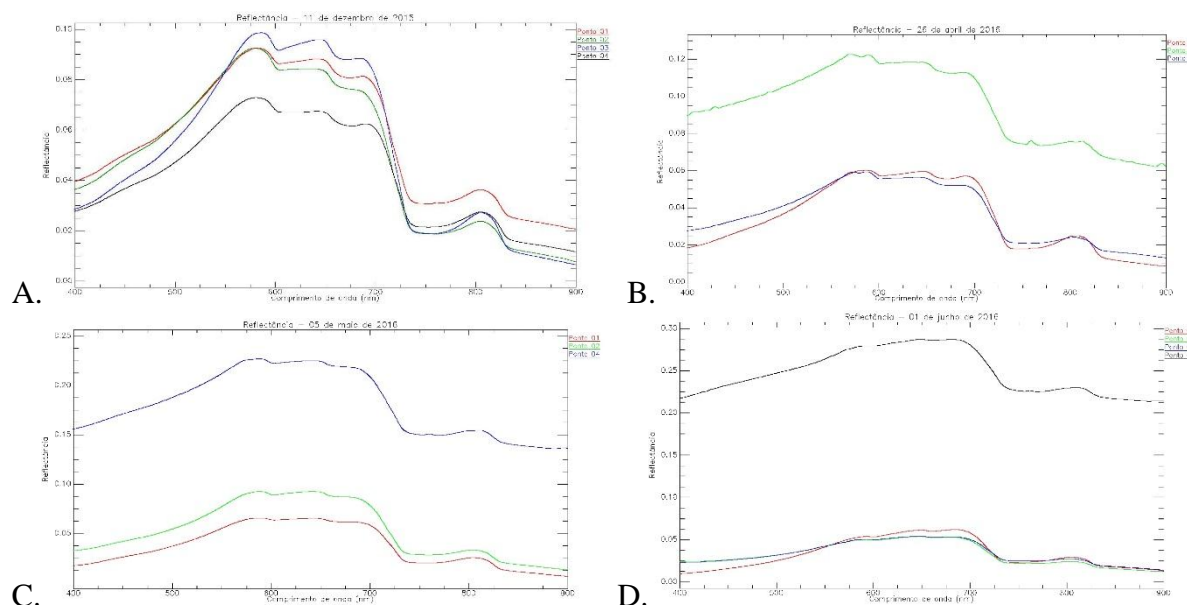


Figura 02: Espectros de reflectância do rio Subaé – Bahia: A – dezembro de 2015, B, C e D – abril, maio e junho de 2016, respectivamente.

De modo geral, os espectros de reflectância apresentaram curvas com assinaturas semelhantes, porém maior albedo em curvas foram registradas em alguns pontos, como no ponto 02 de abr./2016 e no ponto 04 de maio e junho/2016. Observou-se picos de reflectância em 586 nm (região do amarelo), deslocado do valor relatado por Gitelson (1992) em 550 nm que é a região do verde, relacionando à baixa absorbância. Rundquist et al., (1996) obteve picos de absorbância na região do vermelho (em 665 nm), este pico foi observado também por Gitelson (1992), estando presente em todos espectros analisados. Foi notória uma queda brusca da reflectância entre a região do vermelho para o infravermelho próximo, que é outra característica da presença da clorofila-a, no entanto este decréscimo tende a ser mais acentuado quando se verifica baixas concentrações desse pigmento, como observado em estudos Arraut et al., 2005 e Chen et al., 1992 (GUIMARÃES, 2015). As feições apresentadas são características da presença de clorofila-a, pois este pigmento tende a diminuir a energia refletida nos comprimentos de onda no azul (JENSEN, 2009), e aumentar na região do verde devido decorrente do espalhamento interno das células dos organismos fitoplânctons (GITELSON et al., 1993).

A clorofila-a é frequentemente utilizada como indicador da biomassa fitoplanctônica. No entorno dos pontos de coleta verificou-se predominância de atividade agropecuária, grande responsável por contaminantes orgânicos e inorgânicos. As concentrações encontradas após extração analítica correspondem com as curvas espectrais onde o pigmento é identificado pelas feições apresentadas, havendo relação entre uso do solo e as curvas espectrorradiométricas do ambiente aquático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espectrorradiometria de campo ainda é uma técnica pouco difundida na limnologia, porém estudos como este demonstram a capacidade analítica da técnica, ao confrontar com os dados químicos. Oferecendo ao monitoramento ambiental uma técnica segura, iniciada e finalizada no campo, mais barata e sem uso de produtos químicos. Neste trabalho observou-se a relação entre o comportamento das curvas e as concentrações de clorofila encontradas na água após a análise química, e sua relação com o uso do solo na bacia hidrográfica do rio Subaé. Contudo, o comportamento espectral é também alterado por outros componentes opticamente ativos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, J. B. P. et al. Caracterização Geoambiental do Reservatório de Cachoeira Dourada - GO/MG (Fase - 1). In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Jataí. **Anais...**. Jataí: Ufg, 2003. p. 1 - 11.

CHEN, Z; CURRAN, P. J; HANSOM, J. D. Derivative Reflectance Spectroscopy to Estimate Suspended Sediment Concentration. **Remote Sensing of Environment**. v. 40, 1992. p. 67-77.

FEREIRA, A. B; PEREIRA FILHO, W. Avaliação da reflectância espectral de corpos d'água em Santa Maria-RS por meio de espectrorradiometria de campo. **Geoambiente On-line: Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, Jataí, v. 1, n. 13, p.194-207, dez. 2009. Semestral. Disponível em: <www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente>. Acesso em: 06 maio 2016.

GITELSON, A. A.; SCHALLES, J. F.; HLADIK, C. M. Remote chlorophyll-a retrieval in turbid, productive estuaries: Chesapeake Bay case study. **Remote Sensing Of Environment**, [s.l.], v. 109, n. 4, p.464-472, ago. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2007.01.016>.

GITELSON, A. The peak near 700 nm on radiance spectra of algae and water: relationships of its magnitude and position with chlorophyll concentration. **International Journal of Remote Sensing**. 1992. v.13, n.17, p. 3367 – 3373.

GITELSON, A.; GARBUZOV, G.; SZILAGYI, F.; MITTENZWEY, K. H.; KARNIELI, A.; KAISER, A. Quantitative remote sensing methods for real-time monitoring of inland waters quality. **International Journal of Remote Sensing**. v. 14, n. 7, p. 1269 – 1295, 1993.

GUIMARÃES, T. L. de B. **Avaliação da qualidade da água no baixo curso do rio Subaé a partir de parâmetros físico-químicos e de componentes opticamente ativos: Chl-a e TSS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana: Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Feira de Santana, BA. 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Ed. Blucher. 2009.

RUNDQUIST, D. C.; HAN, L.; SCHALLES, J. F.; PEAKE, J. S. **Remote Measurement of Algal Chlorophyll in Surface Waters: The Case for the First Derivative of Reflectance Near 690 nm** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol 62, no. 2, 1996, p. 195-200.

SANTOS, L. T. S. O.; JESUS, T. B.; NOLASCO, M. C. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia. In.: **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v.1, n. 1, p. 68-79, jan./jun. 2014.